Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Über die Keimung der Preissia commutata N. ab E.

Von **Vinzenz Hansel**, stud. phil. in Graz.

(Mit 1 Tafel)

Die Keimung der *Preissia commutata* wurde, soviel mir bekannt, bis jetzt von drei Forschern, Gottsche, Grönland und Lortet, studirt.

Gottsche[1]) theilt mit, dass die anschwellende innere Sporenhaut die äussere sprenge, wobei die eigenthümlichen Falten der letzteren erhalten bleiben. Zugleich überziehe sich der Inhalt mit Chlorophyll und es bilde sich das Würzelchen (Wurzelhaar). Dann wandle sich die Spore durch wiederholte Theilungen zu einem Zellkörper um. Es könne aber auch die Spore vor Bildung des Rhizoids ein zelliges Gebilde erzeugen (l. c. Tab. XX, Fig. 10, 12); ebenso könne jenes auch gar nicht gebildet werden. An dem Zellkörper (dem jungen Pflänzchen) entstehen nun zahlreiche spitzenähnliche Fortsätze und successive bilden sich neue Rhizoiden.

Grönland[2]) bestätigt im Allgemeinen die Angaben Gottsche's und betont, dass das unmittelbar aus der Spore sich entwickelnde, zellige Gebilde von der später auftretenden Pflanze, — welche sich durch ihre eigenthümliche Form (figure plissée et excroissances irrégulières, offenbar die von Gottsche erwähnten Auszackungen) von ähnlichen Stadien aller anderen Marchantiaceen leicht unterscheiden lasse — auseinander gehalten werden müsse und als Protonema aufzufassen sei.

---

[1]) Gottsche, Untersuchungen über *Haplomitrium Hookeri* N. A. A. C. L. Vol. xx P. 1

[2]) Grönland, Mémoire sur la germination des Hépatiques. Ann. des sc. nat. 1855.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Lortet bespricht in seiner Abhandlung [1]) ausführlich die Beschaffenheit und Eigenthümlichkeit der Spore und erwähnt, dass die reife Spore in eine aussen gefaltete und mit unregelmässigen, flügelartigen Ausbauchungen versehene Membran eingehüllt sei (l. c. Tab. I, Fig. 5, 6). Das Exospor (épispore) sei runzelig und mit meist spiralig gedrehten Hervorragungen versehen. In allen reifen Sporen finde sich bereits Chlorophyll, welches sich in der Pflanze nicht nur unter dem Einflusse weissen Lichtes, sondern auch unter dem verschieden brechbaren Lichtstrahlen und auch bei sehr schwachem Lichte ebensoschnell bilden könne (!).

Was Lortet über die Keimung erwähnt, ist wesentlich nichts anderes, als was schon Gottsche und Grönland darüber angegeben haben; hervorzuheben ist die Angabe, dass das junge Pflänzchen an der Spitze eines durch Ausdehnung des Endospors gebildeten Schlauches entstehe, und sich rasch zu einer dem entwickelten Thallus ähnlichen Pflanze heranbilde. Von der Art und Weise, wie der Übergang vom jungen Pflänzchen zum entwickelten Thallus stattfindet, erwähnt Lortet nichts; eine Zelltheilungsfolge ist aus seinen Zeichnungen nicht zu entnehmen.

Die Sporen der *Preissia commutata* N. ab E. sind rundlich, ihr Inhalt ist durchsichtig, das Endospor hyalin, das Exospor braun gefärbt und ziemlich opak. Die Oberfläche der Spore erscheint nicht glatt, sondern mit zahlreichen Höckern versehen. Querschnitte (Fig. 1) durch die Spore lehren, dass diese Höcker nichts anderes sind, als blasige Auftreibungen des Exospors über das Endospor. Der mittlere Durchmesser einer unveränderten Spore beträgt 0·057 Millimeter.

Auf lehmiger, fortwährend feucht erhaltener Erde ausgesäet, keimen die Sporen schon nach wenigen Tagen. Der Beginn der Keimung macht sich bemerkbar durch Volumvergrösserung der Spore, wobei die blasigen Auftreibungen des

[1]) Lortet, Recherches sur la fécondation et la germination du *Preissia commutata*. Paris 1867.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Exospors flacher werden, selten ganz verschwinden. Drei bis vier Tage nach der Aussaat wird das Exospor an einer Stelle gesprengt und das Endospor stülpt sich zu einem hyalinen Rhizoid aus (Fig. 2). (In einigen Fällen kann die Bildung eines Rhizoids übrigens auch ganz unterbleiben.)

Inzwischen hat sich im Inhalt der Spore Chlorophyll gebildet, und man sieht durch das bräunliche Exospor den grünen Inhalt durchschimmern. Einige Tage nach der Bildung des Rhizoids wird auch an einer zweiten Stelle das Exospor gesprengt, und das Endospor dehnt sich zu einem farblosen durchsichtigen Schlauche von wechselnder Länge, dem Keimschlauche aus, der sich über das Substrat erhebt, an der Spitze keulig anschwillt, und daselbst eine reichliche Ansammlung von Chlorophyll zeigt. Diese Anschwellung mit dem grünen Inhalte wird später durch eine Querwand (Fig. 3 *a a*) von dem übrigen farblosen Theile des Keimschlauches abgegliedert, worauf in der so gebildeten kopfförmigen Endzelle eine zweite Querwand (Fig. 3, *b b*) auftritt und so das ganze Gebilde einen aus drei Zellen bestehenden Faden darstellt. In allen beobachteten Fällen war dieser Keimschlauch zu sehen, wenn er auch bisweilen äusserst kurz war [1]) (Fig. 10). Die mittlere Zelle des Fadens theilt sich durch eine etwas schief zur Axe desselben gestellte Längswand (Fig 4 *c c*) in zwei Zellen, in denen später keine Theilungen mehr vor sich gehen; aus der Endzelle aber entwickelt sich die erste Anlage des jungen Pflänzchens, dessen Wachsthumsrichtung mit der des Keimschlauches einen rechten oder stumpfen Winkel bildet.

Diese Entwicklung geht in folgender Weise vor sich:

In der Endzelle des Keimschlauches tritt zuerst eine in der Wachsthumsaxe desselben gelegene Längswand auf (Fig. 5—8 $_{11}$) so dass der Scheitel des Keimschlauches nun von zwei nebeneinander liegenden Zellen eingenommen ist, deren eine bald

[1]) Nebst dieser Art der Entwicklung deutet Gottsche in seinen Zeichnungen auch eine andere an, nämlich die, dass das junge Pflänzchen ohne Vermittlung eines Keimschlauches direct aus der Spore entstehen könne (l. c. Tab. XX, Fig. 14—16), ein Fall, den ich niemals beobachten konnte.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

darauf durch eine zweite Längswand sich wieder in zwei Zellen theilt. Je nachdem nun diese zweite Längswand (von der Spitze des Keimschlauches aus betrachtet) mit der ersten einen stumpfen (Fig. 5, 8) oder rechten Winkel (Fig. 7) bildet, ist auch die Anlage der zweischneidigen Scheitelzelle des sich entwickelnden jungen Pflänzchens eine verschiedene. Im ersteren Falle setzt sich nämlich der einen schiefen Wand (Fig. 5 und 8, $_{22}$) alsbald eine zweite (Fig. 5 und 8, $_{33}$) auf, so dass dadurch schon die zweischneidige Scheitelzelle constituirt ist, während im zweiten Falle der Bildung derselben noch das Entstehen mehrerer senkrecht zu einander gestellter Wände (Fig. 7, $_{2\,2}$, $_{3\,3}$) vorausgeht; in jedem Falle ist aber das weitere Wachsthum des jungen Pflänzchens eine Folge der Theilungen einer zweischneidigen Scheitelzelle. Doch nicht immer entwickelt sich aus der Endzelle des Keimschlauches direct das junge Pflänzchen; bisweilen wächst eine der beiden, die Spitze des Keimschlauches einnehmenden Zellen, anstatt sich durch Theilungen zu einer Zellfläche umzugestalten, abermals in einen Schlauch aus (Fig. 4), an dessen Spitze sich der oben beschriebene Vorgang wiederholt. Auch die Scheitelzelle des jungen Pflänzchens wächst bisweilen in einen Schlauch aus (Fig. 9, 15).

Das durch Theilung der zweischneidigen Scheitelzelle gebildete junge Pflänzchen, welches eine mit einem Rande und unter einem rechten oder stumpfen Winkel dem Keimschlauche aufsitzende Scheibe darstellt, verbreitert sich am Scheitel allmälig durch lebhaftere Theilung der Segmente. Zugleich wird die Scheitelzelle selbst von ihnen überwölbt, und kommt in eine Ausbuchtung zu liegen (Fig. 12 *b*), während die Segmente fast sämmtlich in spitzenartige Fortsätze auswachsen. Wenn das junge Pflänzchen noch vom Keimschlauche über das Substrat emporgehalten wird, werden bereits aus einigen Zellen der Segmente Rhizoiden gebildet, welchen aber erst später, wenn das Pflänzchen durch Vertrocknen und Collabiren des Keimschlauches auf die Erde zu liegen kommt, zahlreiche neue folgen.[1])

[1]) Der einfache Bau, der Mangel der an dem entwickelten Thallus vorkommenden Epidermis mit Spaltöffnungen an diesem, an der Spitze

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Wohl in den meisten, aber nicht in allen Fällen bleibt die erste Anlage des jungen Pflänzchens eine einfache Zellschichte (Fig. 11); bisweilen geschieht es, dass in den Zellen desselben Wände parallel zur Fläche des Pflänzchens auftreten (Fig. 12 *a*) und so ein mehrschichtiger Zellkörper erzeugt wird. — Nach einiger Zeit bemerkt man in der Scheitelzelle eine daselbst aufgetretene Querwand (Fig. 13), als erste Andeutung des Überganges der zweiseitigen Segmentirung in die vierseitige, wie sie am entwickelten Thallus der *Preissia* vorkommt. Die Scheitelzelle beginnt nun durch vierseitige Segmentirung einen mehrschichtigen Thallus zu erzeugen; die Stelle, wo dieser Übergang stattgefunden, ist auch an älteren Pflänzchen noch durch eine Verschmälerung des Thallus, sowie durch Zusammensetzung desselben aus kleineren Zellen, als die erste Anlage des jungen Pflänzchens besitzt, kenntlich.[1])

Die rasch wachsenden Segmente des vollkommenen Thallus überholen die Scheitelzelle und bilden zwei über dieselbe vorragende Lappen, die sich mit ihren Rändern decken. Am Thallus selbst entstehen hinter dem fortwachsenden Scheitel, lange vor dem Auftreten der Spaltöffnungen, an der Unterseite zwei Reihen von abwechselnd rechts- und linksgestellten, keulenartigen, ein- oder mehrzelligen, bisweilen sogar verzweigten Papillen. Diese wachsen aber nicht zu Rhizoiden aus;

---

des Keimschlauches angelegten Pflänzchen haben Bischoff („Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Lebermoose" bot. Zeitg. 1853) bewogen, dieses Gebilde für den Vorkeim der *Preissia* zu halten. Er sagt nämlich, Gottsche habe seine Beobachtungen nicht bis zur vollständigen Entwicklung der Pflanze fortgesetzt, sondern offenbar den Vorkeim für das junge Pflänzchen gehalten. Es schliesst dieses aus der Ähnlichkeit der von Gottsche beobachteten Entwicklung der *Preissia commutata* mit der von ihm selbst an *Fegatella conica* und *Pellia epiphylla* studirten, bei welchen sich zuerst eine einfache Zellfläche entwickelt, aus der sich dann erst die vollkommene Pflanze an der Spitze oder seitlich hervorbildet.

[1]) Diese Art der Entwicklung, dass nämlich zuerst ein sehr einfaches (meist ein- selten mehrschichtiges) Pflänzchen gebildet wird, aus dem sich dann, wenn in der zweischneidigen Scheitelzelle desselben eine Querwand aufgetreten ist, erst der vollkommene Thallus entwickelt, steht nicht vereinzelt da; sie wurde auch von Professor Dr. Leitgeb bei der Entwicklung der *Marchantia* beobachtet, und von mehreren anderen Forschern bei der des Prothalliums der Farne nachgewiesen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

denn an weiter rückwärts gelegenen Theilen bemerkt man zwischen den zahlreichen Rhizoiden auch noch die keulenartigen Papillen in ihrer regelmässigen alternirenden Stellung. Es sind die ersten Andeutungen der später sich bildenden Blätter.

Von grossem Einflusse auf die Art der Keimung der Sporen ist die Richtung des einfallenden Lichtstrahles; die Wachsthumsrichtung der Keimschläuche und die Stellung der daran gebildeten jungen Pflänzchen wird durch sie bestimmt. Um nun diesen Einfluss des Lichtes beobachten zu können, bildete ich eine Kammer aus drei aneinanderstossenden Vertikal- und einer darauffliegenden Horizontalwand, überzog die ganze Innenfläche dieser Kammer mit einer etwa einen Viertel-Zoll dicken Lage von lehmiger Erde und säete darauf die Sporen aus. Sämmtliche Keimschläuche, die sich aus den Sporen entwickelt hatten, waren nun der einzigen offenen Seite, von der allein Licht eindringen konnte, zugekehrt, also dem einfallenden Lichte entgegengewachsen.

Jede an der Spitze eines Keimschlauches sich bildende Zellscheibe ist auf die Richtung des einfallenden Lichtstrahles immer senkrecht und zwar so gestellt, dass die von der Anheftungsstelle des Keimschlauches abgewendete Seite derselben dem Lichte zugekehrt ist, und der Scheitel des Pflänzchens den tiefsten Punkt der Zellfläche einnimmt. Diese von der Insertion des Keimschlauches abgekehrte Seite könnte man schon am jungen unentwickelten Pflänzchen als Oberseite bezeichnen; denn an ihr entwickelt sich später, wenn der Uebergang der zweiseitigen Segmentirung der Scheitelzelle in die vierseitige stattgefunden hat, die Epidermis mit Spaltöffnungen. Die Frage zu entscheiden, ob schon an dem jungen Pflänzchen der Unterschied zwischen Licht- und Schattenseite bestimmt ausgesprochen ist, oder ob nicht bei einem Umwenden des Pflänzchens, noch bevor in seiner Scheitelzelle eine Querwand aufgetreten ist, auch an der früher vom Lichte abgekehrten Seite sich die Epidermis mit den Spaltöffnungen später bilden könnte, wie es Pfeffer für die Brutknospen von *Marchantia* zeigte; dies zu

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

entscheiden war mir wegen der Kleinheit der Objecte nicht möglich.

Wird ein junges Pflänzchen sammt dem Keimschlauche aus seiner Lage zum einfallenden Lichtstrahle gebracht, so wird die gestörte Wachsthumsrichtung wieder hergestellt, so dass die vom weiter wachsenden Scheitel erzeugte neue Fläche wieder in die normale Lage zurückkehrt und mit der früher gebildeten Fläche einen Winkel bildet (Fig. 14).

Auch die Scheitelzelle kann, so lange sie noch zweischneidige Segmentirung zeigt, in einen Schlauch auswachsen, der sich dem unmittelbar aus der Spore entwickelten ähnlich verhält, und später in gleicher Weise an seiner Spitze eine Zellfläche ausbildet (Fig. 15).

Aus obigen Betrachtungen kann nun folgendes Resumé gezogen werden:

Bei der Keimung der *Preissia commutata* entwickelt sich aus der Spore ein Vorkeim, der Keimschlauch. Dieser ist positiv heliotropisch; an seiner Spitze entsteht das junge Pflänzchen der Art, dass die von der Insertion des Keimschlauches abgekehrte Seite dem Lichte zugekehrt ist. Es wächst anfangs mit einer zweischneidigen Scheitelzelle und zeigt einen in den meisten Fällen ein- selten mehrschichtigen Thallus, an dessen Spitze sich nach Uebergang der zweiseitigen Segmentirung in die vierseitige erst die vollkommene Pflanze mit Epidermis und Spaltöffnungen bildet.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Tafel-Erklärung.

Fig. 1. (275) Querschnitt durch eine Spore, *e* Exospor, *i* Endospor.

„ 2. (275) Eine Spore, nachdem sie das Rhizoid gebildet hat. Die Höcker des Exospors sind flacher geworden und theilweise verschwunden.

„ 3. (350) Der Keimschlauch hat sich, ohne dass vorher ein Rhizoid entstanden ist, entwickelt. (Aufeinanderfolge der Wände nach der Reihenfolge der Buchstaben.)

„ 4. (275) Eine der beiden, die Spitze des Keimschlauches einnehmenden Zellen ist in einen Schlauch ausgewachsen *a*; in *b* ist dieser Schlauch abgeschnitten, und das Object um 90° gedreht.

„ 5. (350) Anlage eines jungen Pflänzchens an der Spitze des Keimschlauches *a*: von der Spitze *b*, *c* von der Seite gesehen. (Altersfolge der Wände nach den Ziffern.)

„ 6. (350) Ein sehr junges Pflänzchen, dessen Scheitelzelle bereits constituirt ist; *a* von der Fläche; *b* von der Seite gesehen.

„ 7. (350) Zellscheibe an der Spitze des Keimschlauches von der Fläche gesehen. Die ersten Zellen des jungen Pflänzchens sind durch zu einander senkrecht gestellte Wände gebildet. Vergl. Text pag. 4

„ 8. (350) Ein sehr junges Pflänzchen *a* Flächen-, *b* Seitenansicht.

„ 9. (280) Die Scheitelzelle ist in einen kurzen Schlauch ausgewachsen, an dessen Spitze die zweiseitige Segmentirung fortgesetzt wird. Die Segmente sind in spitzenartige Fortsätze ausgewachsen.

„ 10. (350) Seitenansicht eines Pflänzchens, dessen Keimschlauch sehr kurz ist. *e* das Exospor.

„ 11. (350) *a* Ein etwas älteres Pflänzchen (gesehen in der Richtung des Pfeiles *y* der Fig. 11, *b*), dessen Seitenansicht *b* zeigt, dass es eine einfache Zellfläche ist.

„ 12. (350) *a* Seitenansicht eines mehrschichtigen Pflänzchens. *b* Flächenansicht. Die Scheitelzelle *v* ist von den Segmenten überholt worden; aus zwei Zellen der Segmente haben sich Rhizoiden gebildet.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Leitgeb: Kapselentwicklung von Anthoceros

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Fig. 13. (350) In der Scheitelzelle des Pflänzchens ist eine Querwand entstanden als Einleitung des Überganges der zweiseitigen Segmentirung in die vierseitige.

„ 14. (275) Das Pflänzchen hat durch Änderung seiner Lage zum einfallenden Lichte auch die Wachsthumsrichtung geändert, und erscheint daher abgebogen.

„ 15. (280) *a* Die Scheitelzelle *r* ist in einen Schlauch ausgewachsen, an dessen Spitze wieder die Bildung einer Zellfläche erfolgte. Die Fläche *A* in 15, *b* in der Rückenansicht.